

PROYECTO FINAL DE GRADO

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL MONITOREO, CONTROL Y CORRECCIÓN EN TIEMPO REAL DE PARÁMETROS CRÍTICOS EN LOS ESTANQUES DE PISCICULTURA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ”



AUTORES:

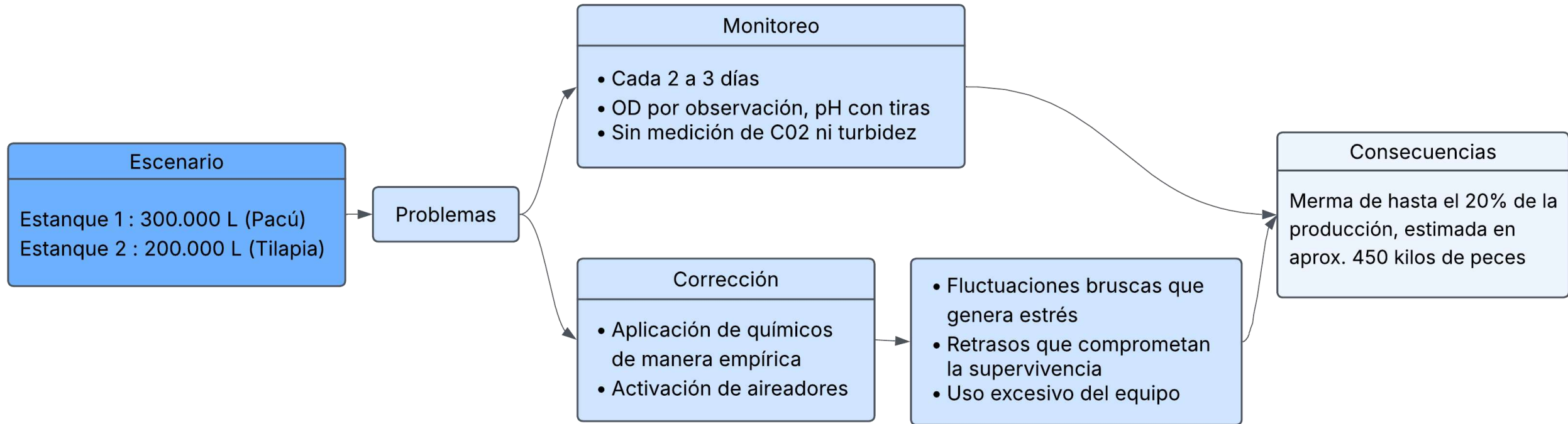
- FREDY DANIEL LÓPEZ MENDOZA
- ABEL DURÉ MENDEZ

TUTOR:

PROF. ING. ANTONIO ZORRILLA GONZÁLEZ

CORONEL OVIEDO

Situación actual y problemática en los estanques



Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema automatizado para el monitoreo, control y corrección en tiempo real de parámetros críticos en los estanques de piscicultura de la facultad de ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú

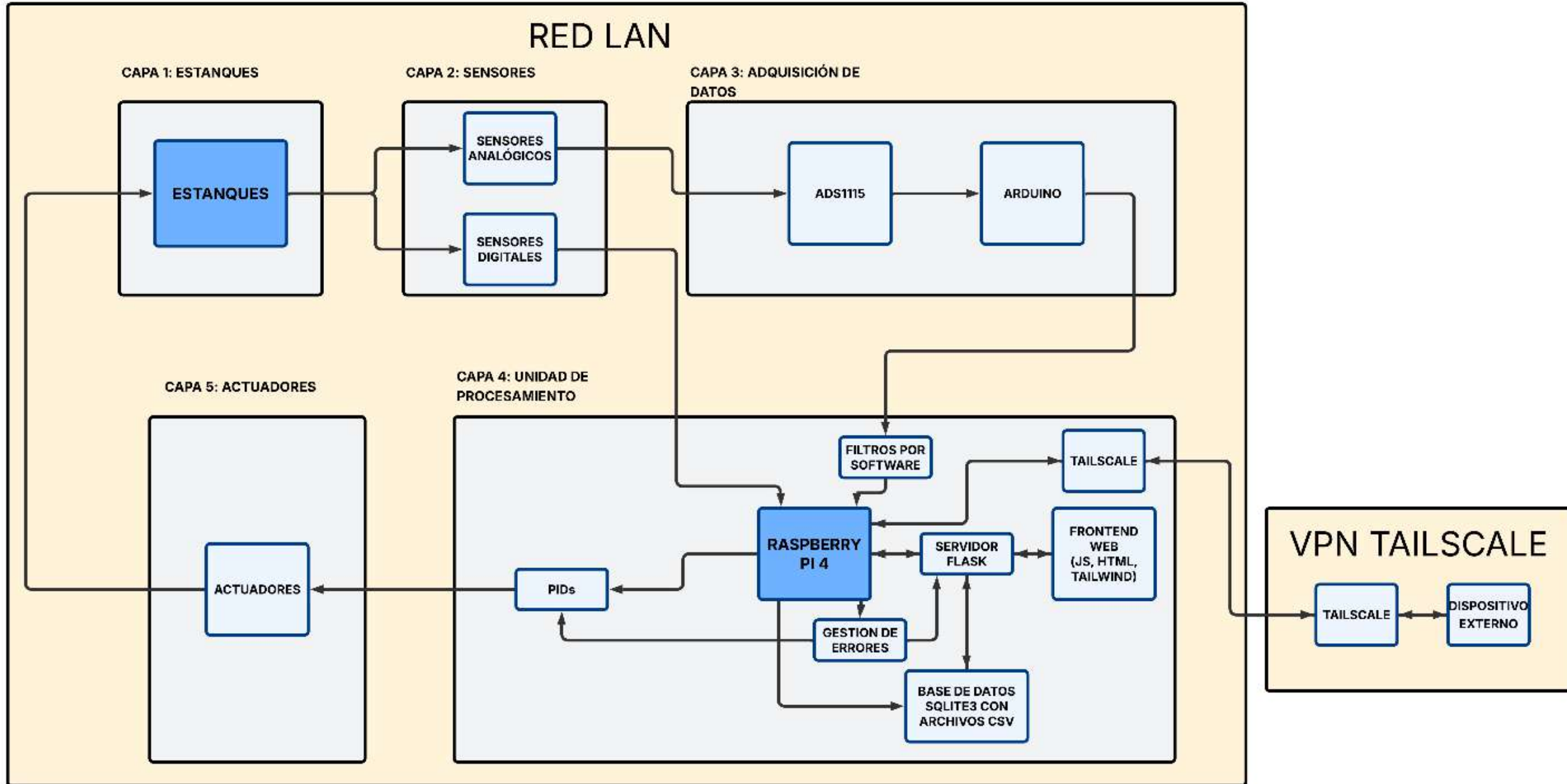
Objetivos específicos

- **Integrar hardware y software:** sensores, Arduino + ADS1115, Raspberry Pi y actuadores
- **Implementar PID** para pH y O₂ con límites y seguridad
- **Registrar** y mostrar datos en tiempo real
- **Validar** en campo el control de calidad del agua.

Fases Metodológicas

- **Identificación** de parámetros críticos y sus rangos óptimos
- **Determinación** de los parámetros a controlar automáticamente
- **Selección** de sensores y componentes tecnológicos adecuados
- **Diseño** de la circuitería de potencia y control
- **Diseño** del sistema de comunicación y alertas
- **Diseño** de la interfaz hombre–máquina (HMI)
- **Pruebas** de funcionamiento y validación del sistema
- **Elaboración** del presupuesto

Arquitectura general del sistema



Sistema de medición de parámetros

Parámetros medidos

- pH
- Oxígeno disuelto
- Temperatura del agua
- Turbidez
- CO₂ disuelto (estimado a partir de pH, temperatura y alcalinidad/KH)

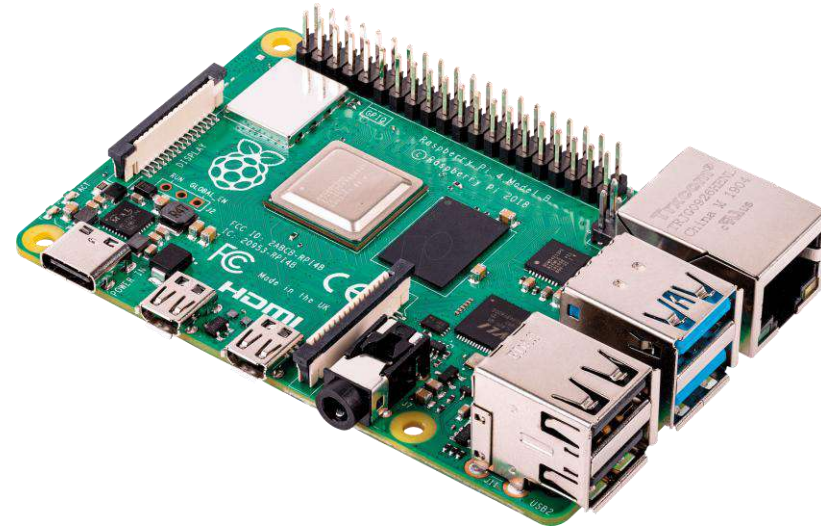
Características del sistema de medición

- **Medición continua**
- Datos **filtrados y validados**
- **Compensación por temperatura** en pH y OD
- Registro automático de datos

Selección de componentes: controladores

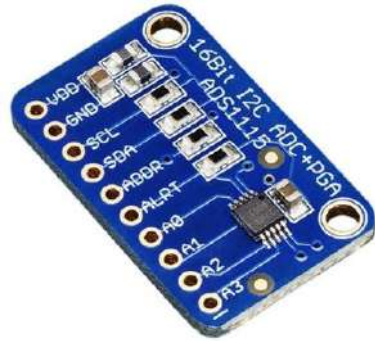


Arduino UNO R3
Lee sensores únicamente



Raspberry Pi 4
Procesa datos, decide acciones y activa actuadores

Selección de componentes: conversor ADC externo



ADS1115

Convierte señales analógicas precisas

¿Por qué un ADC externo?

ADS1115 (16 bits)

$2^{16} = 65.536$ valores discretos

Arduino (10 bits)

$2^{10} = 1024$ valores discretos

Selección de componentes: Sensores



Temperatura: *DS18B20*

Rango : - 55 a 125 Celsius
Comunicación 1-Wire



pH:

GAOHOU PH 0-14

PH rango: 0-14 PH
Salida: 0-5v
Conector tipo BNC



Turbidez: *SEN0189*

Rango : 0 y 3000 NTU
Salida : 0-4.5v



OD:

SEN0237-A

OD rango: 0-20 mg/L
Salida : 0-3v
Conector tipo BNC

Selección de componentes: actuadores



OD:

Kamoer NKP bomba peristáltica 12V

Dosifican soluciones automáticamente

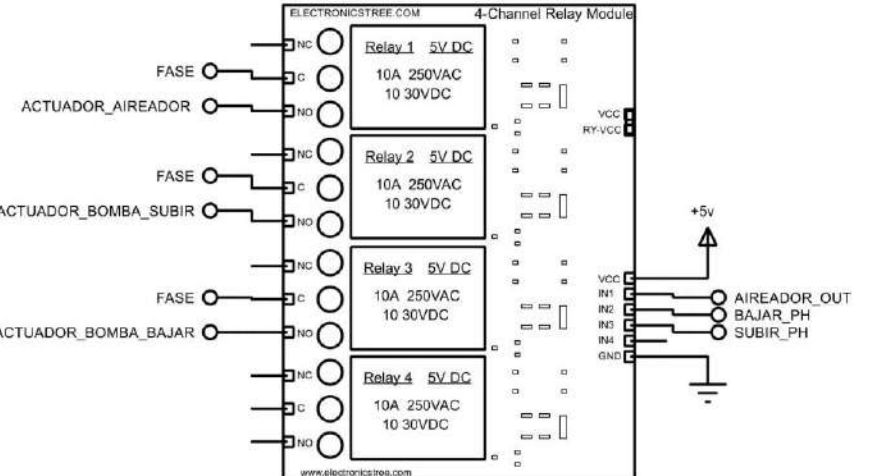
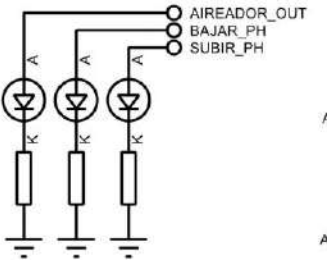
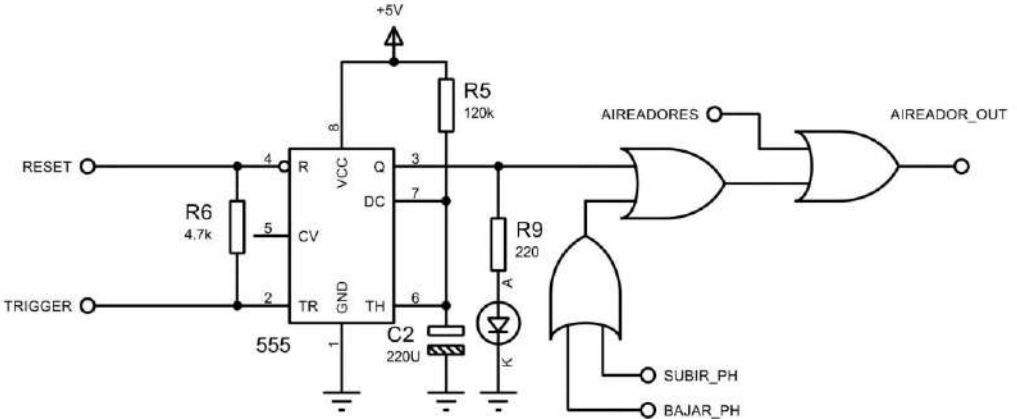
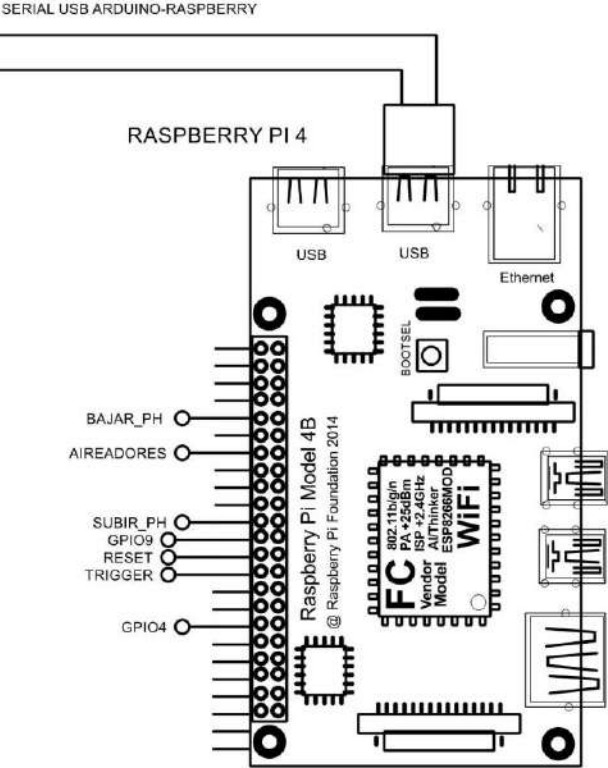
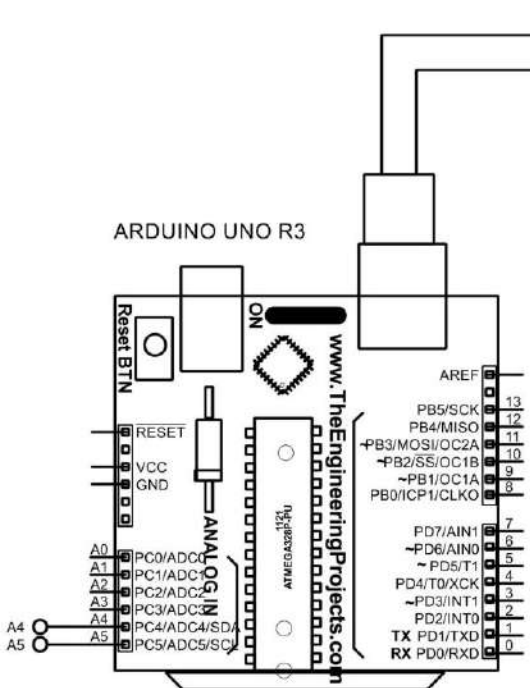
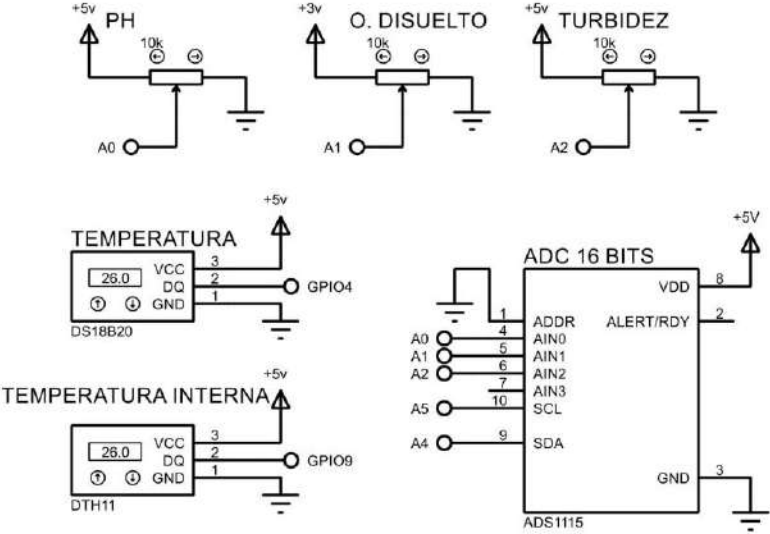


pH:

Aireador de fuente de piscicultura de 1,5 CV

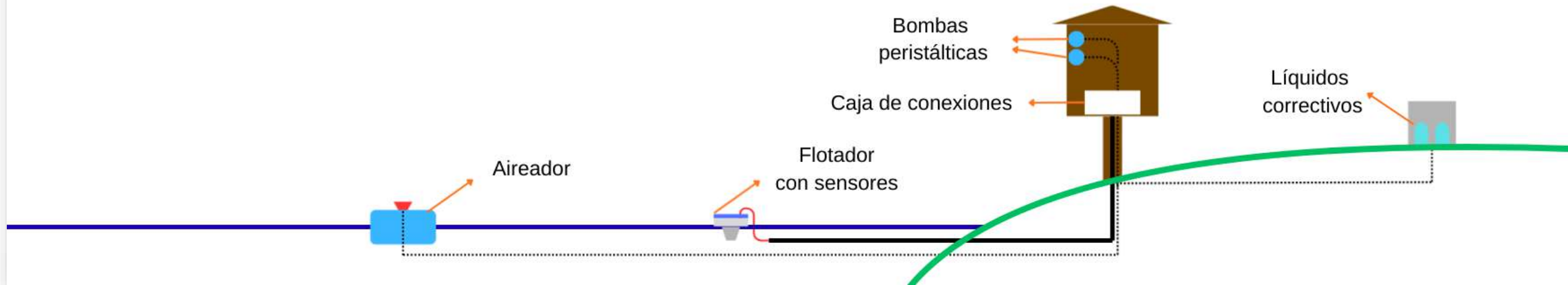
Aumentan oxígeno del agua

Esquema del circuito:

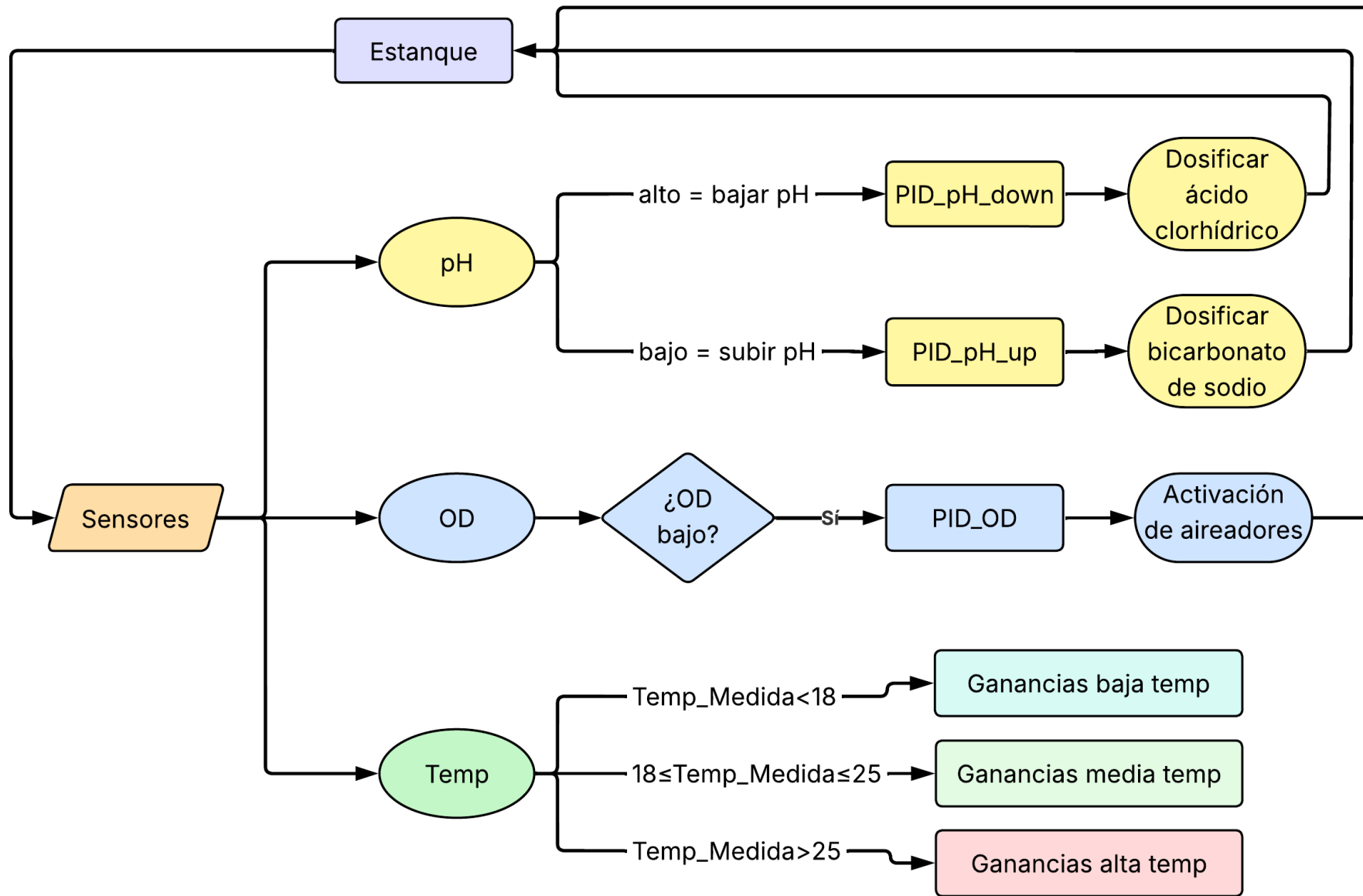


Esquema de la instalación:

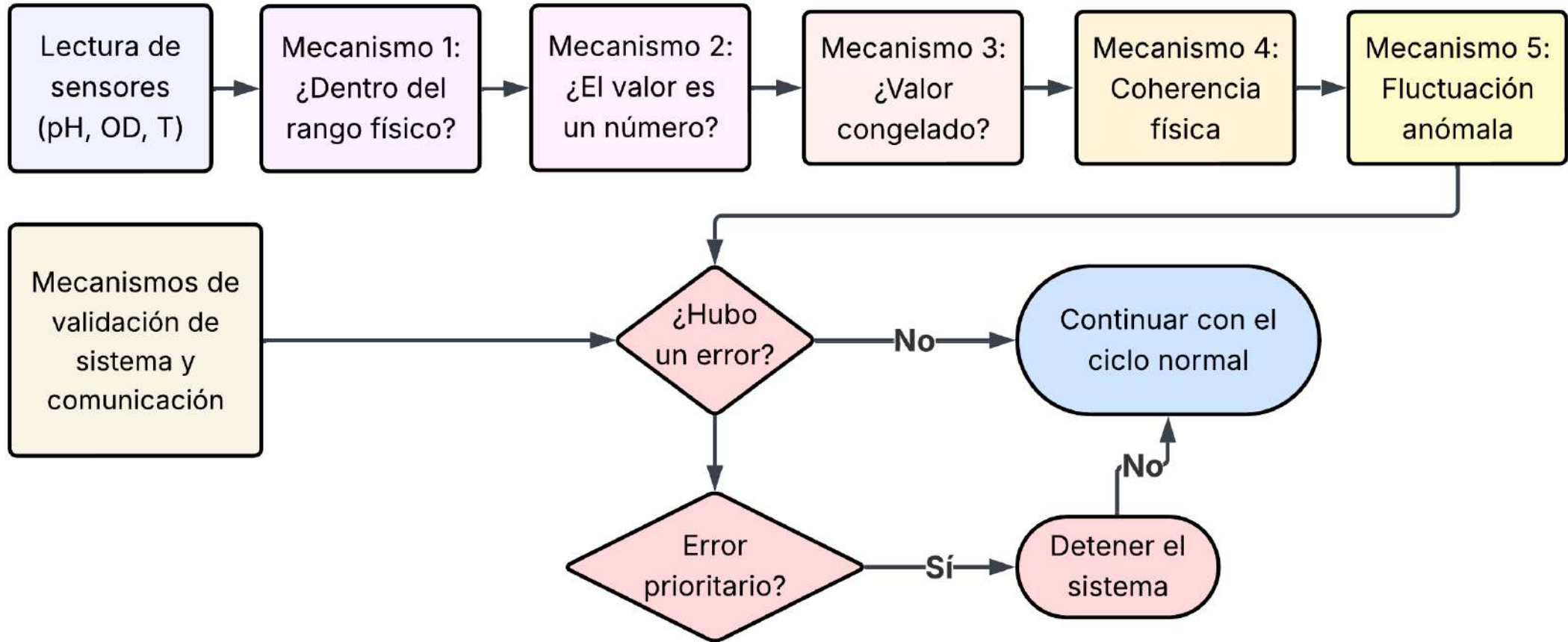
- Manguera de dosificación
- Electroducto
- Cableado



Control PID



Validación de datos y errores



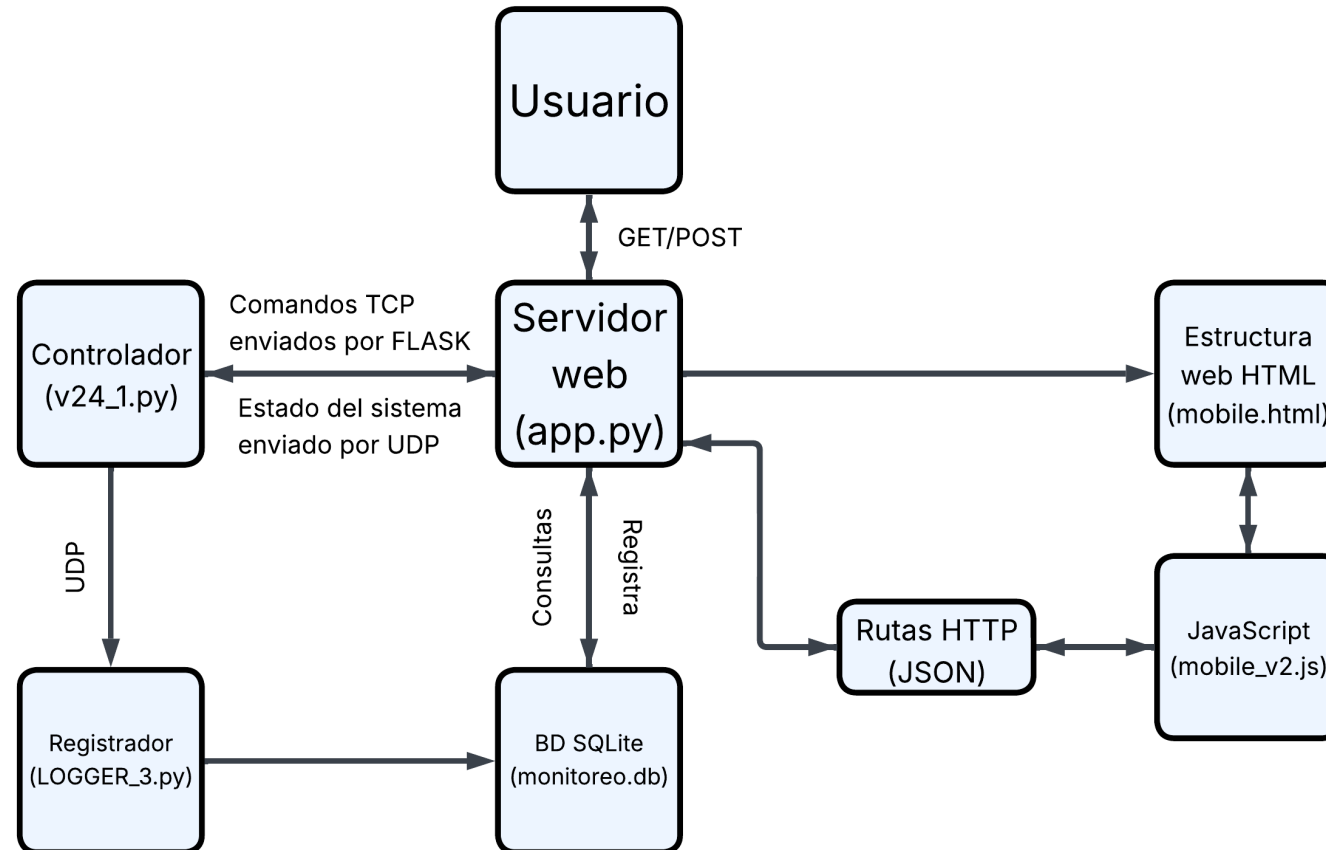
Arquitectura de software

Procesos principales :

- **Controlador (v24_1.py):** ejecuta los PID, gestiona sensores y actuadores
- **Registrador (logger_3.py):** recibe datos y los guarda
- **Servidor web (app.py – Flask):** conecta al usuario

Flujos de comunicación

- **TCP:** comandos del servidor web → controlador
- **UDP:** estado del sistema → servidor web y registrador
- **HTTP (JSON):** servidor web ↔ frontend



Interfaz web / usuario: Monitoreo en tiempo real

Monitoreo de Estanques

Estanque 1 Estanque 2

● Clima Actual

Temperatura 31.97 °C Humedad 67 % Viento 6.98 km/h

📡 Monitoreo en Tiempo Real

pH 7.38 O₂ 5.82

Temperatura 29.75 Turbidez --

CO₂ --

Control manual



Monitoreo de Estanques

Estanque 1

Estanque 2



Control Manual

Estado PID pH
Manual

Estado PID O₂
Manual

Parada de Emergencia

Desactivar Control Manual pH

Desactivar Control Manual O₂

Ajuste de pH

10 mL



Cal Viva

Ácido Cítrico

Control de Aireadores

5

min



Encender

Historial



Monitoreo de Estanques

Estanque 1

Estanque 2



Historial de Lecturas y Acciones

Tipo

Lecturas

Período

Día

Estanque

Estanque 1

Fecha

24/11/2025



Aplicar Filtro

Ver como Gráfica

FECHA	HORA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN / VALOR
2025-11-24	23:59:55	lectura	pH: 7.4797 O ₂ : 6.2831 Temp: 29.25
2025-11-24	23:59:50	lectura	pH: 7.4683 O ₂ : 6.2844 Temp: 29.25
2025-11-24	23:59:44	lectura	pH: 7.4806 O ₂ : 6.2839 Temp: 29.25

Menú lateral / Grafico en tiempo real

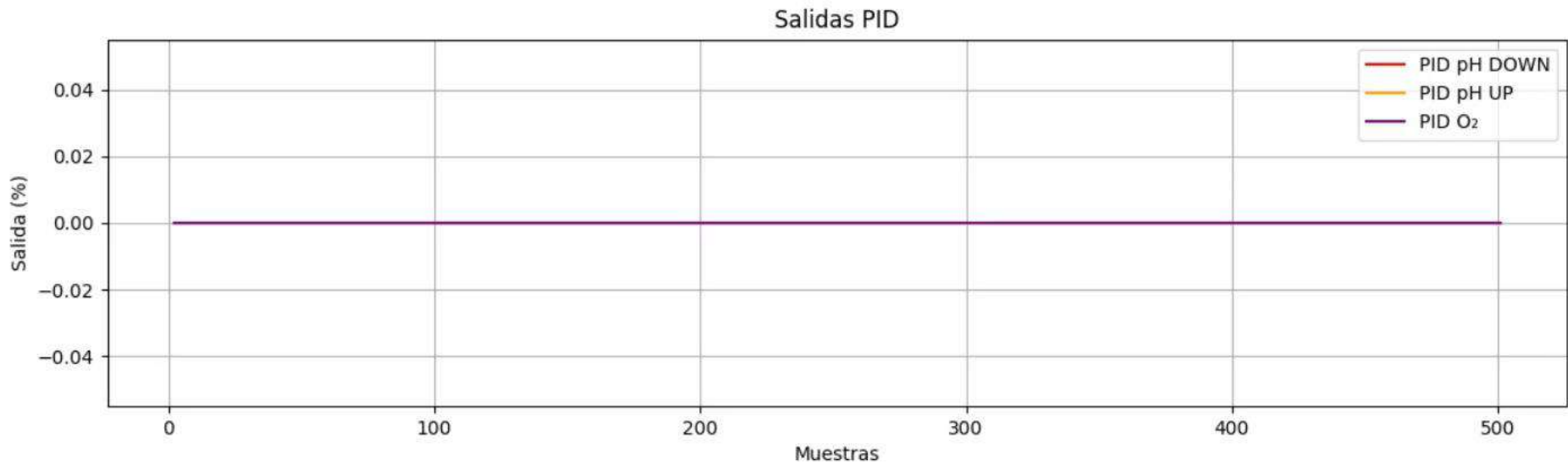
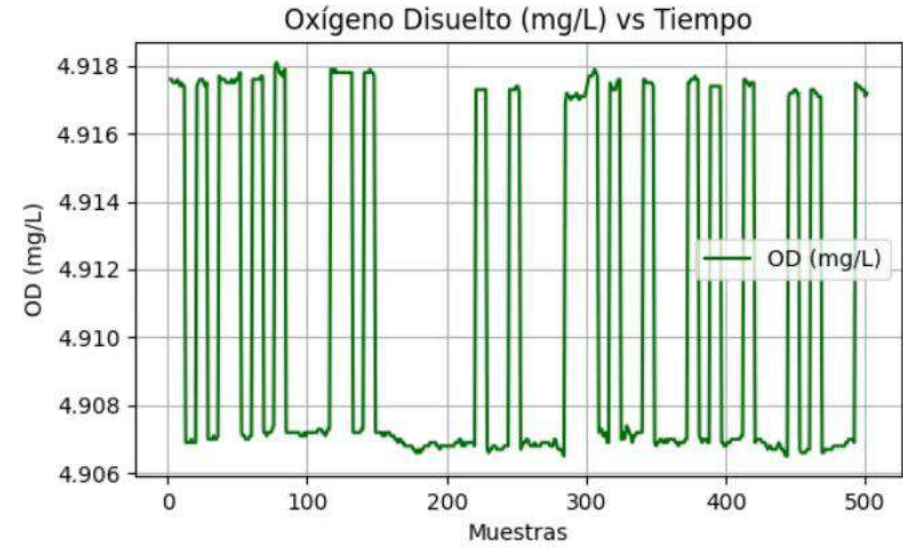
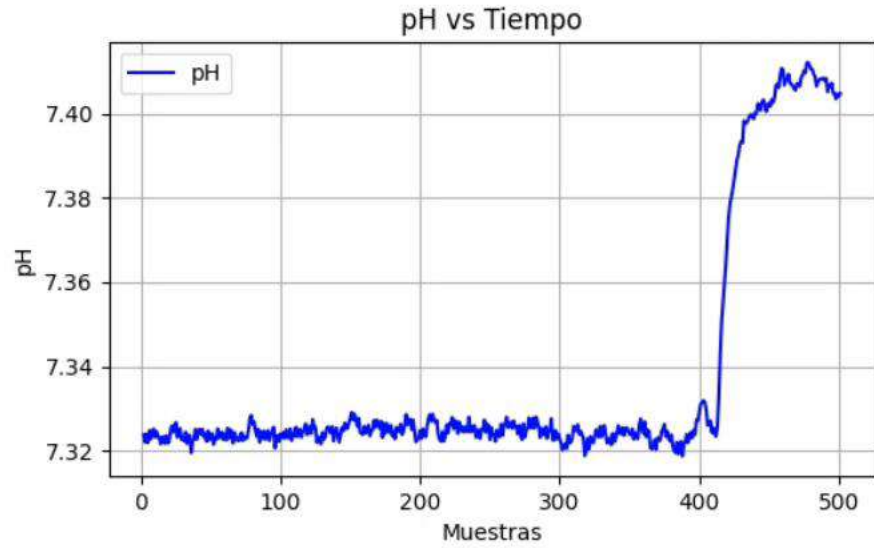
Menú ×

- Monitoreo
- Gráficas**
- Control Manual
- Historial
- Cerrar sesión



Resultados y validación en el estanque

- Estanque 1 (300.000 L, pacú) monitoreado en operación real
- pH y O₂ se mantuvieron dentro de rangos recomendados la mayor parte del tiempo
- Sistema estable: sin pérdida de datos y respuesta correcta ante perturbaciones



PID pH DOWN: 0.00% (0.000 s)

P_DOWN	I_DOWN	D_DOWN
0.0000	0.0000	0.0000

PID pH UP: 0.00% (0.000 s)

P_UP	I_UP	D_UP
0.0000	0.0000	0.0000

PID O₂: 0.00% (0.000 s)

P_O2	I_O2	D_O2
0.0000	0.0000	0.0000

Conclusiones del proyecto

- El sistema automatizado **resuelve la problemática inicial** de monitoreo y corrección manual.
- La arquitectura propuesta es **viable y segura** para uso continuo en los estanques.
- Deja una **base modular** para agregar nuevas variables y funciones a futuro.

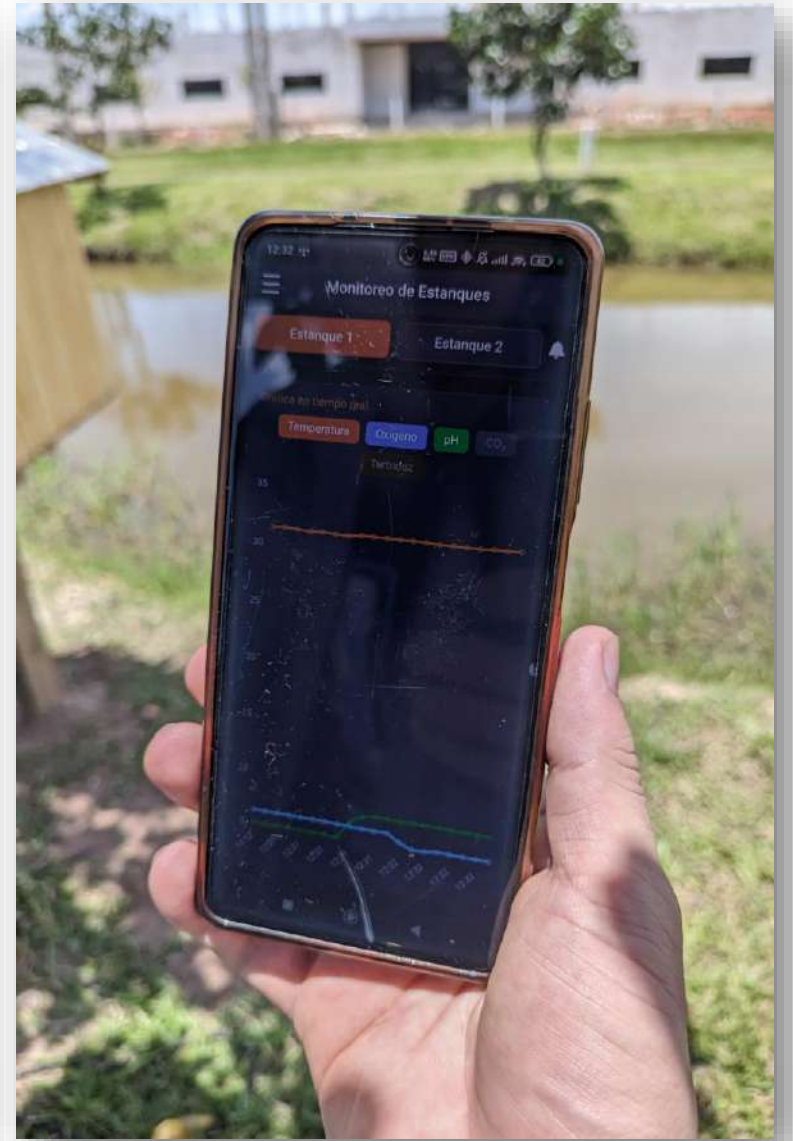
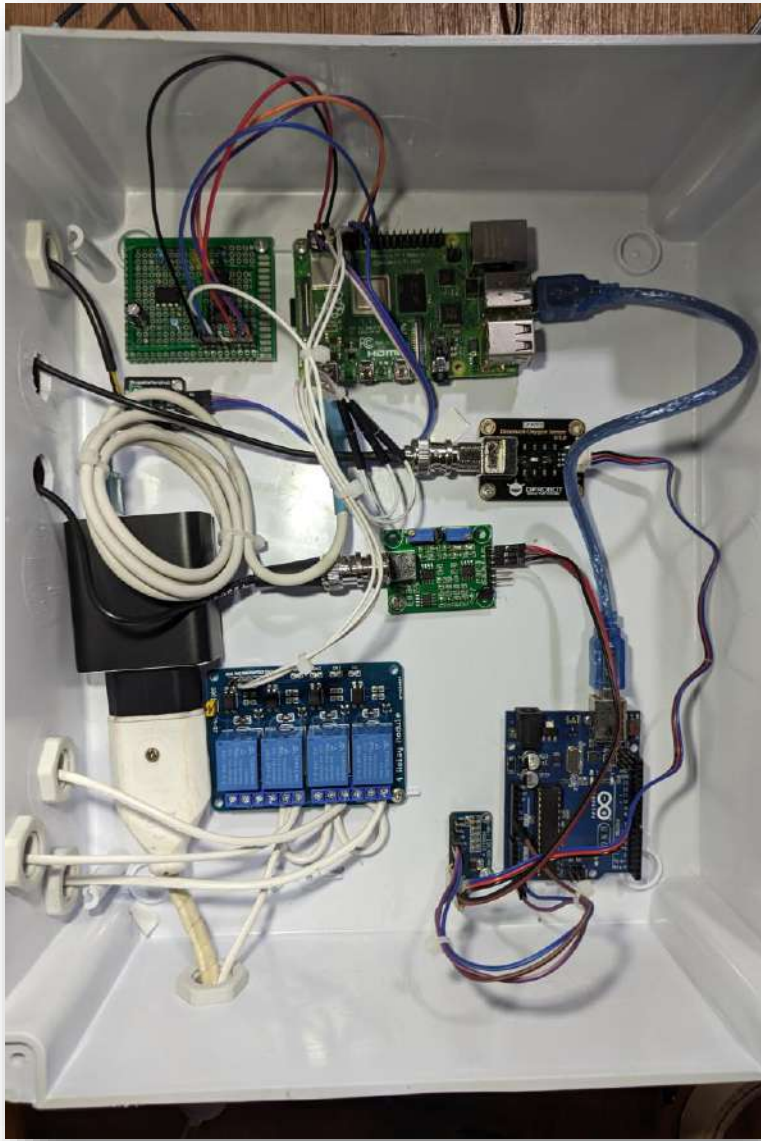
Presupuesto de los componentes del prototipo:

Número	Componente	Modelo	Cantidad	Precio unitario(\$)	Subtotal(\$)
1	Controlador principal	Raspberry Pi 4	1	68	68
2	Microcontrolador secundario	Arduino UNO R3	1	14	14
3	Sensor de Oxígeno Disuelto	SEN0237-A	1	180	180
4	Sensor de pH	GAOHOU PH 0-14	1	29	29
5	Sensor de turbidez	SEN0189	1	9,9	9,9
6	Sensor de temperatura	DS18B20	1	9	9
7	Sensor de temperatura y humedad	DTH11	1	8	8
8	Bombas peristálticas	Kamoer NKP	2	8	16
9	Bloque de cargador	Xiaomi 67W	1	20	20
10	Ficha toma corriete	Kalop	1	0,5	0,5
11	Cable blindado	Inpacont flex blindado	7	20	20
12	UPS raspberry	MakerFocus v3 plus	1	28	28
13	Flotador	Kyo 90764-cd02bu	1	3,8	3,8
14	Potenciómetro	10kΩ	2	1,43	2,86
15	Capacitor electrolítico	220μF	1	0,5	0,5
16	Resistencias	120k, 4.7k, 220	6	0,07	0,07
17	Compuertas OR	74LS32P	1	0,35	0,35
18	Temporizador	555	1	0,7	0,7
19	Conversor ADC	ADS1115 16 bits	1	6,4	6,4
20	Jumpers	Dupont Wire Kit	1	3,4	3,4
21	Caseta	De madera	1	9	9
22	Placa perforada	Genérico	1	2	2
23	Leds	Genérico	4	0,02	0,08
24	Solución para almacenamiento de sensor de OD	KCI-3M	1	6	6
25	Solución para almacenamiento de sensor de pH	KCL-3M	1	6	6
26	Buffers calibración pH	Apera Instruments	1	2,1	2,1
27	Caja distribución	CONATEL 300x250x120	1	11	11
28	Prensaestopas de cable	FZ0083	8	0,35	2,8
29	Manguera	Genérico	10	1,43	14,3
30	Tarjeta de memoria	32 GB sandisk	1	5	5
31	Ácido clorhídrico	HCL 37%	1	32	32
32	Aumentador de alcalinidad	Pool Mate	1	18	18
SUBTOTAL (\$)					528,76

Recomendaciones y trabajos futuros

- Extender el sistema al segundo estanque y evaluar escenarios multiestanque
- Habilitar desde la interfaz el ajuste seguro de setpoints y parámetros PID
- Implementar mantenimiento preventivo y mejorar la autonomía energética del sistema





**i Gracias por su
atención!**